

**ALPHA PLUS BETA TITANIUM ALLOY MATRIX COMPOSITE,
TITANIUM ALLOY MATERIAL FOR VARIOUS PRODUCTS, AND
TITANIUM ALLOY PRODUCT**

Patent Number: JP8311586
Publication date: 1996-11-26
Inventor(s): KOBAYASHI MASARU; FUNEMI KUNIO; OKADA ATSUMASA; SUZUKI SEIICHI;
SATO KAZUO; HASEGAWA SUNAO
Applicant(s): MARUTO HASEGAWA KOSAKUSHO:KK;; KOBAYASHI MASARU
Requested
Patent: ☐ JP8311586
Application
Number: JP19950116706 19950516
Priority Number
(s):
IPC
Classification: C22C14/00; C22C1/05
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To provide an alpha plus beta titanium alloy matrix composite having high strength, high hardness, high wear resistance, and high elastic modulus, and to provide titanium alloy materials for various products, and titanium alloy products.

CONSTITUTION: A boride powder is mixed with an alpha plus beta titanium alloy powder by about 5-20vol.%, and the resulting powder mixture is compacted, heated, and sintered, by which the alpha plus beta titanium alloy matrix composite in which an acicular or granular TiB compound is crystallized in a matrix can be produced. By this method, titanium alloy products with high Young's modulus can be obtained.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-311586

(43) 公開日 平成8年(1996)11月26日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 14/00			C 2 2 C 14/00	Z
1/05			1/05	E

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-116706

(22) 出願日 平成7年(1995)5月16日

(71) 出願人 000137546

株式会社マルト長谷川工作所
新潟県三条市土場16番1号

(71) 出願人 000186142

小林 勝
東京都豊島区千早2-10-16

(72) 発明者 小林 勝

東京都豊島区千早2-10-16

(72) 発明者 船見 国男

東京都狛江市和泉本町3-23-9

(72) 発明者 岡田 厚正

千葉県千葉市中央区矢作町991-18

(74) 代理人 弁理士 吉井 昭栄 (外2名)

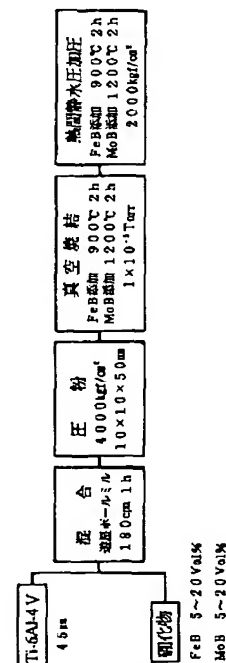
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 α 、 β 二相チタン合金複合材料並びに各種製品のチタン合金材料とチタン合金製品

(57) 【要約】

【目的】 高強度、高硬度、高耐摩耗性、高弾性率を発揮する α 、 β 二相チタン合金複合材料並びに各種製品のチタン合金材料とチタン合金製品を提供すること。

【構成】 α 、 β 二相チタン合金粉末に、硼化物粉末を 5～20 Vol% 程度混合し、圧粉加熱して焼結し、針状或いは粒状の TiB 化合物をマトリックス中に晶出させた α 、 β 二相チタン合金複合材料。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 α 、 β 二相チタン合金粉末に、硼化物粉末を5～20 Vol%程度混合し、圧粉加熱して焼結し、針状或いは粒状のTiB化合物をマトリックス中に晶出させたことを特徴とする α 、 β 二相チタン合金複合材料。

【請求項2】 α 、 β 二相チタン合金粉末として、粒径約50 μm 程度のTi-6Al-4V合金粉末、Ti-6Al-6V-2Sn合金粉末、Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo合金粉末などを使用し、硼化物粉末として、粒径約1～5 μm 程度のボロン粉末やFeB、MoB、WB、NbB、CrB粉末などを使用したことを特徴とする請求項1記載の α 、 β 二相チタン合金複合材料。

【請求項3】 α 、 β 二相チタン合金粉末と硼化物粉末とを混合圧粉した後、真空炉で900～1200℃程度に加熱して反応焼結させるか、又は圧粉した後900～1200℃程度に真空中或いは不活性ガス中加熱加圧して反応焼結させることを特徴とする請求項1、2のいずれか1項に記載の α 、 β 二相チタン合金複合材料。

【請求項4】 請求項1、2、3の α 、 β 二相チタン合金複合材料を水素脆化した後粉砕し、この粉砕粉にプラズマ、電子ビーム或いはレーザーを用いて溶射或いは溶解が可能なTiB化合物の粒子を晶出させたことを特徴とする粉状の α 、 β 二相チタン合金複合材料。

【請求項5】 各種チタン合金材の所望箇所の表面に、TiB化合物の粒子を晶出させた α 、 β 二相チタン合金複合材料粉末をプラズマ、電子ビーム或いはレーザーを用いて溶射或いは溶解することによって基地表面に溶着せしめたことを特徴とする各種製品のチタン合金材料。

【請求項6】 刃物素材形状のチタン合金材の端縁表面にTiB化合物を晶出させた α 、 β 二相チタン合金複合材料粉末を基地表面に溶着せしめ、熱処理して刃物用チタン複合材を形成することを特徴とする請求項5記載の各種製品のチタン合金材料。

【請求項7】 請求項1、2、3の α 、 β 二相チタン合金複合材料をバルク材として機械部品やスポーツ用品などの所望製品形状に反応焼結させて成形することを特徴とするチタン合金製品。

【請求項8】 製品や部品などの各種のチタン合金製品の表面にTiB化合物を晶出させた α 、 β 二相チタン合金複合材料粉末をプラズマ、電子ビーム、レーザーなどを用いて溶射或いは溶解することによって基地表面に溶着せしめたことを特徴とするチタン合金製品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高強度、高硬度、高耐摩耗性、高弾性率を発揮する α 、 β 二相チタン合金複合材料並びに各種製品のチタン合金材料とチタン合金製品に係るものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 従来、チタン合金は各種の元素を合金化することによってその強度を上昇させているが、150 kgf/mm²の引張強さが限界であり、また硬度はHV700が限界であり、耐摩耗性は著しく劣る。また、ヤング率は12000 kgf/mm²で鋼の約1/2である。

【0003】 本発明は、 α 、 β 二相チタン合金粉末にボロン粉末或いは各種硼化物粉末を配合して混合し、圧粉加熱して反応焼結させることによりTiB化合物を晶出させ、強度、硬度を上昇させ、また高ヤング率、高耐摩耗性などの特性が向上することを確認し、未だチタン合金の高強度化、高硬度化、高ヤング率化、高耐摩耗性化が実用化されていないことに着眼して本発明を完成した。

【0004】

【課題を解決するための手段】 金属学的結晶構造が最密六方晶である α 相と体心立方晶である β 相の二相より成る結晶構造のチタン合金を母相とし、その結晶粒内及び粒界にチタンの化合物であるTiB化合物の粒子を反応焼結によって微細且つ均一に体積率で20%以下で含有せしめることを特徴とするもので、以下その要旨を列記する。

【0005】 α 、 β 二相チタン合金粉末に、硼化物粉末を5～20 Vol%程度混合し、圧粉加熱して焼結し、針状或いは粒状のTiB化合物をマトリックス中に晶出させたことを特徴とする α 、 β 二相チタン合金複合材料に係るものである。

【0006】 また、 α 、 β 二相チタン合金粉末として、粒径約50 μm 程度のTi-6Al-4V合金粉末、Ti-6Al-6V-2Sn合金粉末、Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo合金粉末などを使用し、硼化物粉末として、粒径約1～5 μm 程度のボロン粉末やFeB、MoB、WB、NbB、CrB粉末などを使用したことを特徴とする請求項1記載の α 、 β 二相チタン合金複合材料に係るものである。

【0007】 また、 α 、 β 二相チタン合金粉末と硼化物粉末とを混合圧粉した後、真空炉で900～1200℃程度に加熱して反応焼結させるか、又は圧粉した後900～1200℃程度に真空中或いは不活性ガス中加熱加圧して反応焼結させることを特徴とする請求項1、2のいずれか1項に記載の α 、 β 二相チタン合金複合材料に係るものである。

【0008】 また、請求項1、2、3の α 、 β 二相チタン合金複合材料を水素脆化した後粉砕し、この粉砕粉にプラズマ、電子ビーム或いはレーザーを用いて溶射或いは溶解が可能なTiB化合物の粒子を晶出させたことを特徴とする粉状の α 、 β 二相チタン合金複合材料に係るものである。

【0009】 また、各種チタン合金材の所望箇所の表面に、TiB化合物の粒子を晶出させた α 、 β 二相チタン

合金複合材料粉末をプラズマ、電子ビーム或いはレーザーを用いて溶射或いは溶解することによって基地表面に溶着せしめたことを特徴とする各種製品のチタン合金材料に係るものである。

【0010】また、刃物素材形状のチタン合金材の端縁表面にTiB化合物を晶出させた α 、 β 二相チタン合金複合材料粉末を基地表面に溶着せしめ、熱処理して刃物用チタン複合材を形成することを特徴とする請求項5記載の各種製品のチタン合金材料に係るものである。

【0011】また、請求項1、2、3の α 、 β 二相チタン合金複合材料をバルク材として機械部品やスポーツ用品などの所望製品形状に反応焼結させて成形することを特徴とするチタン合金製品に係るものである。

【0012】また、製品や部品などの各種のチタン合金製品の表面にTiB化合物を晶出させた α 、 β 二相チタン合金複合材料粉末をプラズマ、電子ビーム、レーザーなどを用いて溶射或いは溶解することによって基地表面に溶着せしめたことを特徴とするチタン合金製品に係るものである。

【0013】

【作用】 α 、 β 二相チタン合金は、粒径約 $50\mu\text{m}$ 程度にし、反応焼結以前に配合するボロン或いは硼化物は $1\sim 5\mu\text{m}$ 程度にして両者を均一に混合することが両者の反応焼結による複合を均一な分布にする。

【0014】上記反応焼結においては溶融することなく反応生成物のTiB化合物を晶出形成させる必要があることから、 $900\sim 1200^\circ\text{C}$ の範囲の適切な温度を選択する必要がある。

【0015】この反応焼結体は、微細な焼結組織をとることから、 $900\sim 1000^\circ\text{C}$ の温度範囲において超塑性現象を示し、 $10^{-3}\sim 10^{-4}/\text{s}$ の歪み速度で破壊することなく変形が可能であり、高硬度、高耐磨耗のチタン合金歯車、ベアリングなどの機械摺動部品の成形を可能とする。

【0016】また、上記 α 、 β 二相チタン合金複合材料をチタン合金にプラズマ、電子ビーム或いはレーザーを用いて溶射、溶着するためにこれを粉砕する必要があるが、この反応焼結体が高硬度であるため、 $600\sim 800^\circ\text{C}$ 水素中で加熱して脆化させると打撃によって破砕することが可能となる。

【0017】更に、板状チタン合金板の端縁、棒状チタン合金棒端面或いはチタン合金歯車のような各種のチタン合金製品やベアリングのような機械摺動部品の表面に上記 α 、 β 二相チタン合金複合材料粉末をプラズマ、電子ビーム或いはレーザーを用い、溶射或いは溶解することによって溶着させ、更に溶着を確実にするため熱処理を施すことによって高硬度、耐磨耗のチタン合金刃物やチタン合金製品や機械摺動部品などを得ることが可能となるが、特に高耐磨耗に対しては母相で β 相を α 相より多く含ませることが望ましい。

【0018】本発明の α 、 β 二相チタン合金複合材料で、ゴルフクラブのドライバーやアイアンを製作するか、若しくは本発明でフェース板を製作し、チタンその他の母材面にチタンロー材で結合させると飛距離の出るゴルフクラブとなる。

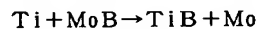
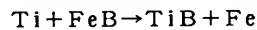
【0019】チタン合金のヤング率は $12000\text{kgf}/\text{mm}^2$ であり、TiB単体のヤング率は $55000\text{kgf}/\text{mm}^2$ であるので、 $15\text{Vol}\%$ TiB含有の複合材料のヤング率は理論的には $18450\text{kgf}/\text{mm}^2$ になるが、針状晶が様々の方向を向くことによって多少減少するので、 $16000\text{kgf}/\text{mm}^2$ 程度は確保できる。

【0020】

【実施例】

1. α 、 β 二相チタン合金とTiB化合物粒子との複合材料の製作

Ti-6Al-4Vの組成の平均粒径約 $45\mu\text{m}$ の α 、 β 二相チタン合金粉に平均粒径 $3\mu\text{m}$ の硼化物FeB或いはMoBを $5\sim 20\text{Vol}\%$ 配合し、酸素ガスを全く含まないアルゴン雰囲気中遊星回転ボールミルで毎分180回転の速度のもと1時間混合する。この混合粉を $10\times 10\times 50\text{mm}$ の凹みを有する金型に装填し、 $4000\text{kgf}/\text{cm}^2$ の荷重を加えて圧粉し、その圧粉体を真空中、FeB添加の場合は 900°C 、2h、MoB添加の場合は 1200°C 、2h加熱して焼結体を得る。この焼結過程において圧粉体内で



の反応が起こり、焼結体内にTiB化合物が微細且つ均一に分散することになる。また、反応によって生じたFe或いはMoはTi-6Al-4Vの母相中に溶け込み、FeB添加の場合は α 相に近い α 、 β 二相に、MoB添加の場合は β 相に近い α 、 β 二相となる。

【0021】反応焼結体は更に熱間静水圧プレス機でアルゴン雰囲気中FeB添加の場合は 900°C 、 2000kgf 気圧、2h、MoB添加の場合は 1200°C 、 2000kgf 気圧、2h加熱されるか、又は反応焼結体を鉄板で真空バックし、低速熱間圧延機で空气中、FeB添加の場合は 900°C 、MoB添加の場合は 1200°C 、圧下量約 50% の熱間圧延を与える。これによって真密度 99.5% 以上のバルク材が得られる。

【0022】以上の工程をフローチャートで図1に示す。

【0023】ここで、得られた(Ti-6Al-4V)-TiB複合材料のピッカース硬さ及び圧縮強さを硼化物添加量との関係で示すと、図2及び3に示すようになる。また、ピンオンディスク磨耗試験における 5km 磨耗量をTi-6Al-4Vのみの焼結体及び耐磨耗性のステライトNo.1との比較において示すと図4に示すようになり、 $15\text{Vol}\%$ FeB及びMoBを配合した反応焼結体で熱間静水圧加圧したものはステライトNo.1に非常に

近い耐磨耗性を示す。この高耐磨耗性の原因は15 Vol % FeB 配合材では図5及び6から分かるように母相は α 相の多い α 、 β 二相で内部に微細で硬い粒状TiB化合物と塊状Fe₂Ti、FeTi(単体ではHv約1100)を生ずること、また15 Vol % MoB 配合材では図5及び6から分かるように母相は β 相の多い α 、 β 二相で内部に微細で硬い針状及び粒状TiBを生ずることによる。

【0024】2. プラズマ溶射用のTiB化合物を含む α 、 β 二相チタン合金複合粉の製作とプラズマ溶射

図1に示すように反応焼結を行ったTiB化合物を含有する α 、 β 二相チタン合金複合組成より成る真空焼結体を水素炉中600~800℃、2h加熱することによって脆化させた後、乳鉢で粉碎して粒径約45 μ mの粉体を得る。これをプラズマトーチに供給し、Ti-6Al-4V丸棒束の端面にプラズマ溶射を行った。約400 μ mの厚さに溶射を行った後、空孔を消滅させたり、組織を均一化するため真空中900℃、2hの熱処理を行った。

【0025】プラズマ溶射皮膜のピッカース硬さは図7に示す通りであり、15 Vol % FeB 配合材のTiBを含有する α 、 β 二相合金複合粉をプラズマ溶射した場合の熱処理材はピッカース硬さ800以上を示した。

【0026】また、ピンオンディスク磨耗試験における10km累積磨耗量は図8に示す通りで、15 Vol % 配合の場合はステライトNo. 1に非常に近い磨耗量で高い耐磨耗性を示した。

【0027】3. TiB化合物を含有する α 、 β 二相チタン合金複合物をプラズマ溶射した刃物の製作

図1に示すように反応焼結を行ったTiB化合物を含有する α 、 β 二相チタン合金複合組成よりなる真空焼結体を水素炉中600~800℃、2h加熱することによって脆化させた後、乳鉢で粉碎して粒径約45 μ mの粉体を得る。これをプラズマトーチに供給し、短冊状Ti-6Al-4V刃材縁にプラズマ溶射を行った。図9に断面を示すように溶射を行った後、空孔を消滅させたり、組成を均一化するため真空中900℃、2h熱処理を行った。

【0028】その後目的とする刃先形状に研磨を行って仕上げた。

【0029】4. 反応焼結によって得たTiB化合物を含有する α 、 β 二相チタン合金複合組成より成る歯車Ti-6Al-4Vの組成の平均粒径約45 μ mの α 、 β 二相チタン合金粉に平均粒径3 μ mの硼化物FeB或いはMoBを15 Vol % 配合し、酸素ガスを全く含まないアルゴン雰囲気中遊星ボールミルで毎分180回転の速度のもと1時間混合した。この混合粉を歯車金型に装填し、4000 kgf/cm²の荷重を加えて圧粉し、その圧粉体を真空中FeB添加の場合は900℃、2h、MoB添加の場合は1200℃、2h加熱して焼結体を得た。圧

粉体内では前述の反応が起こり、焼結体内にTiB化合物が微細且つ均一に分散し、直径で3~4%の収縮を起こす。

【0030】この焼結体は微細な結晶組織をとることから、超塑性現象を示すので、900℃で10⁻³~10⁻⁴/sの歪み速度で破壊することなく、同一金型を用いて圧縮成形することができ、目的の歯車形状のものを得ることができた。

【0031】

10 【発明の効果】

1. 請求項1の記載の発明は、マトリックスの α 、 β 二相チタン合金となじみ性の良いTiBを複合させることによって高強度、高硬度、高耐磨耗、高弾性率の α 、 β 二相チタン合金複合材料となる。

【0032】2. 請求項2記載の発明は、マトリックスの α 、 β 二相チタン合金と焼結時反応し易い硼化物を使用することによって短工程でTiBを均一微細に分布させた高強度、高硬度、高耐磨耗、高弾性率の α 、 β 二相チタン合金複合材料となる。

20 【0033】3. 請求項3記載の発明は、マトリックスの α 、 β 二相チタン合金と硼化物を適切温度で反応焼結させることによって短工程でTiBを均一微細に晶出分布させた高強度、高硬度、高耐磨耗、高弾性率の α 、 β 二相チタン合金複合材料となる。

【0034】4. 請求項4記載の発明は、 α 、 β 二相チタン合金複合材料を水素脆化、粉碎することによってTiBを均一微細に分布させた粉状 α 、 β 二相チタン合金複合材料となる。

30 【0035】5. 請求項5記載の発明は、チタン合金材表面にTiBを含有する α 、 β 二相チタン合金複合粉を溶着して被膜を形成させることによって高硬度、高耐磨耗のチタン合金材料となる。

【0036】6. 請求項6記載の発明は、刃物形状チタン合金材端縁表面にTiBを含有する α 、 β 二相チタン合金複合粉を溶着して被膜を形成させることによって高硬度、高耐磨耗の刃物チタン合金材料となる。

40 【0037】7. 請求項7記載の発明は、マトリックスの α 、 β 二相チタン合金と硼化物を適切温度で反応焼結させることによってTiBを均一微細に分布させた高強度、高硬度、高耐磨耗の機械部品や高強度、高硬度、高弾性率のスポーツ用品であるチタン合金製品となる。

【0038】8. 請求項8記載の発明は、チタン合金製品表面にTiBを均一微細に含有する α 、 β 二相チタン合金複合粉を溶着して被膜を形成させることによって高強度、高硬度、高耐磨耗、高弾性率のチタン合金製品となる。

【0039】以上、本発明は、上述のように構成したから従来のチタン合金よりも高強度、高硬度、高弾性度の α 、 β 二相チタン合金複合材料となる。

50 【0040】また、高ヤング率、高耐磨耗性などの特性

が著しく向上したチタン合金製品が得られる秀れた特長を發揮する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 α 、 β 二相チタン合金とTiB化合物粒子との複合材料の製作工程フローチャートである。

【図2】熱間静水圧処理材の硬さの硼化物添加量による変化である。

【図3】熱間静水圧処理材の圧縮強さの硼化物添加量による変化である。

【図4】ピンオンディスク試験による磨耗量と硼化物添加量との関係である。

【図5】熱間静水圧処理材の α 、 β 二相チタン合金複合

材料の金属組織を顕微鏡で拡大して見たときのSEM組織を表した説明図である。

【図6】熱間静水圧処理材のX線回折図形である。

【図7】溶射被膜のピッカース硬さである。

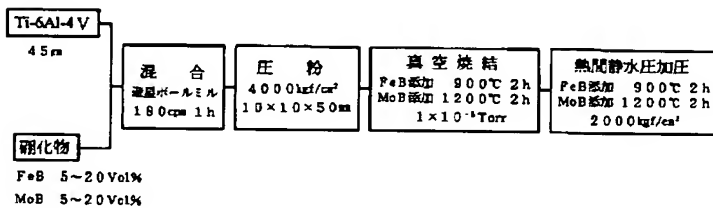
【図8】ピンオンディスク試験における磨耗量である。

【図9】刃材縁にプラズマ溶射し、研磨除去する状況である。

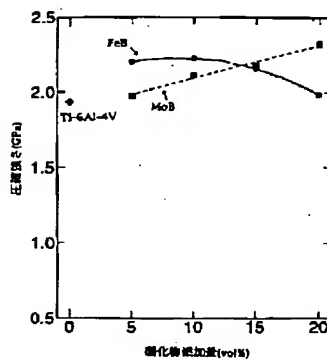
【図10】TiB強化チタン合金複合材料による歯車及びチタン合金歯車にTiB強化チタン合金複合粉を溶射する状況である。

【図11】チタン合金ゴルフクラブヘッドにTiB強化チタン合金複合材を貼り合わせる状況である。

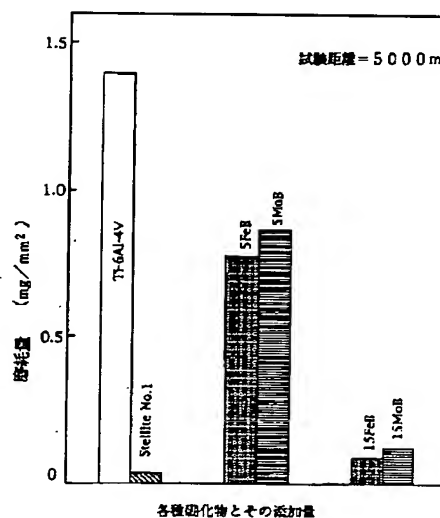
【図1】



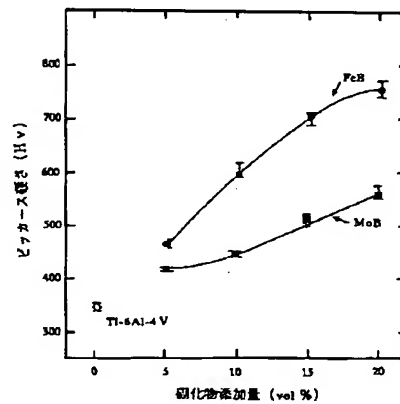
【図3】



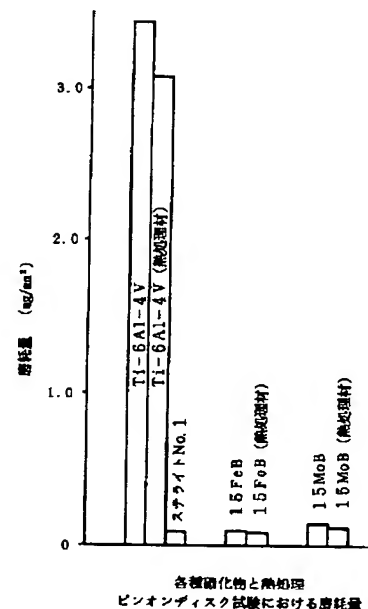
【図4】



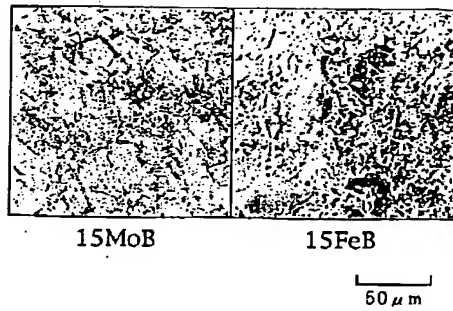
【図2】



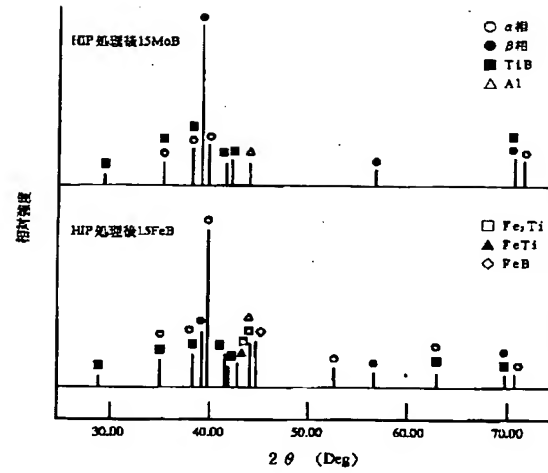
【図8】



【図5】



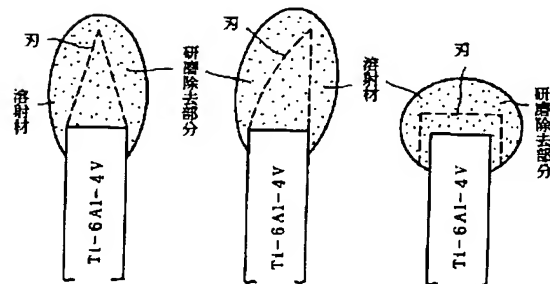
【図6】



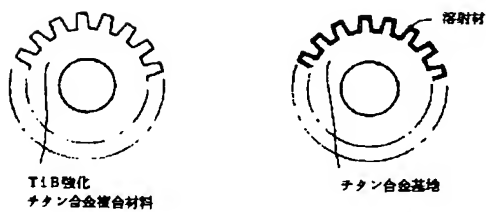
【図7】

	溶射のまま	熱処理材
Ti-6Al-4V	363	468
15%FeB添加材	772	876
15%MoB添加材	704	729

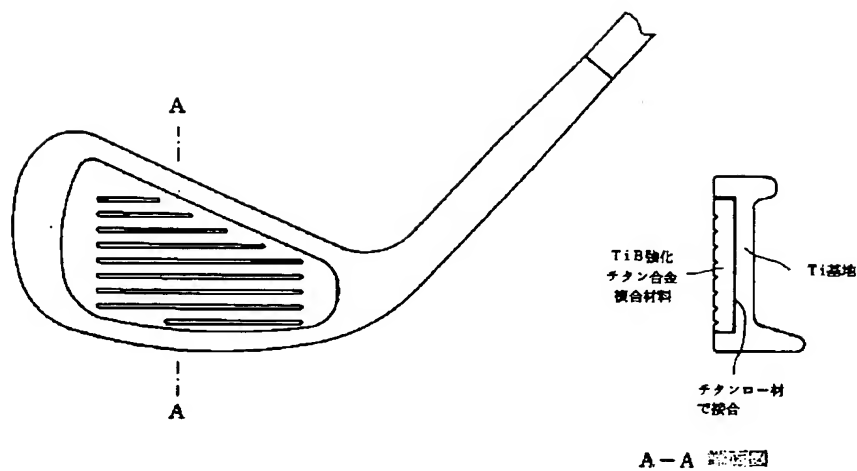
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 誠一
新潟県中蒲原郡亀田町東野3-2-14

(72)発明者 佐藤 一男
新潟県三条市上保内甲432
(72)発明者 長谷川 直
新潟県三条市島田3-5-15